



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ

Fizik Bölümü

Modern Fizik Laboratuvarı

FOTOELEKTRİK OLAY

4. DENEY

özenilen üniversite

FOTOELEKTRİK OLAY

1 Amaç

Fotoelektrik olayın gözlenmesi ve h Planck sabitinin deneysel olarak belirlenmesi.

2 Araçlar

Civa buharlı ışık kaynağı, h/e deney seti, dijital voltmetre.

3 Teorik Bilgi:

19. yüzyılın sonlarında yapılan deneysel çalışmalar, belirli metallerin üzerine düşen ışığın metal yüzeyinden elektron yayınlanmasına neden olduğunu ortaya çıkardı. Fotoelektrik etki olarak bilinen bu olay ilk olarak 1905 yılında Albert Einstein tarafından yorumlanmış ve bu olayın klasik fizik yasalarıyla ya da ışığın dalga kuramı ile açıklanamayan özellikleri ortaya konulmuştur. Einstein, Planck'ın elektromanyetik dalgaların kuantumlanması kavramını genişleterek, ışığın *foton* olarak adlandırılan parçacıklar akısından oluştuğunu öngörmektedir. Bu parçacıkların E enerjisi frekansla orantılıdır;

$$E = h\nu \quad (1)$$

Orantı çarpanı h , Planck sabiti olarak bilinmekte ve temel sabit olarak kabul edilmektedir.

Fotoelektrik olay deneyinde E enerjili ışık, katot metali üzerine düşer ve gelen ışığın enerjisi metalin iş fonksiyonu olan ϕ 'den büyükse katot metalinden elektron sökülür. Burada *iş fonksiyonu*, elektronları metalden koparmak için gerekli olan en küçük enerjiyi temsil eder. Bu olay sonucunda metalden koparılan elektronlar (*fotoelektron*) bir potansiyel farkı altında belirli bir kinetik enerjiyle anot metale doğru hareket ederler ve oluşan yük akışı nedeniyle devrede bir akım gözlenir. Fotoelektronların maksimum kinetik enerjisi;

$$K_{\max} = h\nu - \phi \quad (2)$$

eşitliğe ile verilir. Eşitlik (2)' den de görüldüğü gibi, fotoelektronların maksimum kinetik enerjisi yalnızca ışığın frekansına ve metalin iş fonksiyonuna bağlı olup, gelen ışığın şiddetinden bağımsızdır. Gelen ışığın şiddetinin artmasıyla ancak kopan elektronların sayısı artırılabilir fakat gelen ışığın enerjisi iş fonksiyonundan daha küçükse ışık şiddeti ne olursa olsun elektronlar asla yüzeyden koparılamazlar.

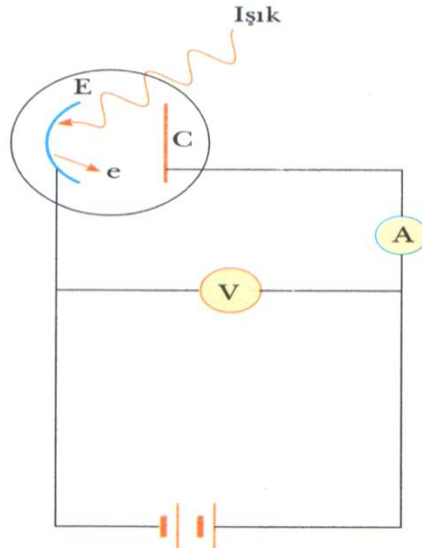
T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

Fotoelektronları durdurmak ve fotoelektrik akımı sıfırlamak için gereken minimum durdurma potansiyeli V_d , katot ve anot levhalar arasında uygulanan V potansiyel farkına zıt yönde, mutlak değerce eşit veya daha büyük olmalıdır. Fotoelektronların maksimum kinetik enerjisi durdurma potansiyeline,

$$K_{\max} = eV_d \quad (3)$$

eşitliğe ile bağlıdır. Burada e , elektron yüküdür.

Fotoelektrik olayın gözlenebileceği basit bir düzenek Şekil 1.' de verilmiştir. Havası boşaltılmış cam veya kuartz bir tüp içinde, bir bataryanın negatif ucuna bağlı E (emitör/yayımlayıcı) metal plakası ve aynı bataryanın pozitif ucuna bağlı C (kollektör/toplayıcı) metal plakası vardır. Tüp karanlıkta iken devreden hiçbir akım geçmediği gözlenirken, belirli bir dalgaboyuna sahip ışıkla aydınlatıldığında ampermetrenin saptığı yani E ve C plakaları arasında bir yük akışı olduğu gözlenmiştir.



Şekil 1 Fotoelektrik olay deney düzeneği



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

4 Deneyin Yapılışı

4.1 Deney A:

Bu bölümde durdurma potansiyelinin ışığın şiddeti ile olan ilişkisi incelenecektir.

4.1.1 Deneyin Yapılışı:

1. h/e aparatını spektral renklerden yalnızca birisi fotodiyot maskının açıklığına düşecek şekilde ayarlayın. Eğer yeşil ya da sarı spektrum çizgisi seçilirse, buna karşılık gelen renkli filtreyi h/e aygıtındaki beyaz yansıtma maskının üzerine yerleştirin.
2. Değişken geçirme filtresini beyaz yansıtıcı maskın önüne yerleştirin, böylece ışık filtreden farklı şiddetlerde geçerek fotodiyota ulaşır. Dijital voltmetreden okuduğunuz voltajı Tablo 1 kaydedin.
3. Dijital voltmetrede okuduğunuz değer sıfıra inene kadar deşarj düğmesini basılı tutun, düğmeyi serbest bırakarak ilk kaydettiğiniz voltaj değerine ulaşmak için gereken süreyi kronometreyle ölçünüz.

Tablo 1

Sarı	% Geçiş	Durdurma Potansiyeli	Yaklaşık Yükleme Süresi
	100		
	80		
	60		
	40		
	20		
Yeşil	%Geçiş	Durdurma Potansiyeli	Yaklaşık Yükleme Süresi
	100		
	80		
	60		
	40		
	20		

4.2 Deney B:



T.C. ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

Bu bölümde gelen ışığın farklı renklerine (enerjilerine) göre durdurma potansiyelinin değişimi incelenecektir.

4.2.1 Deneyin Yapılışı:

1. Civanın ışık spektrumunda beş rengi kolayca görebilirsiniz. h/e aygıtını, sarı renkli ışık bandını fotodiyot mask açıklığı üzerine düşecek şekilde ayarlayın. h/e aygıtında beyaz yansıtıcı mask üzerine sarı renkli filtre yerleştirin.
2. Dijital voltmetrede okunan voltaj değerini (durdurma potansiyeli) Tablo 2' ye kaydedin.
3. Bu işlem spektrumdaki her renk için tekrarlayın. Yeşil spektrumu ölçerken de yeşil filtreyi kullanmaya dikkat edin.

Tablo 2

Işık Rengi	Durdurma Potansiyeli
Sarı	
Yeşil	
Mavi	
Mor	
Morötesi	

4.2.2 Verilerin Analizi:

1. Değişken geçiş filtrelerinden, aynı renkli ışığın farklı oranda geçişinin durdurma potansiyeline ve fotoelektronların maksimum enerjisine, ayrıca yükleme zamanına etkisini açıklayın.
2. Işık farklı renklerinin, durdurma potansiyeline ve fotoelektronların maksimum enerjisine etkisini açıklayın.
3. Laboratuvar sonuçlarınıza göre bu deneyin ışık dalga ya da kuantum modelini destekleyip desteklemediğini açıklayın.
4. Işık şiddeti azalırken ölçülen durdurma potansiyelindeki hafif düşüşün nedenini açıklayın.



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

4.3 Deney C:

Işığın kuantum modeline göre ışığın enerjisi, ışığın frekansıyla doğrudan orantılıdır. Böylece, daha yüksek frekanslı ışık daha yüksek enerjiye sahiptir. Hassas bir deneyle bu orantı sabiti yani Planck sabiti belirlenebilir. Deneyin bu bölümünde amaç, deneysel verilerden yola çıkarak Planck sabitini ve kullanılan metalin iş fonksiyonunu belirlemektir.

4.3.1 Deneyin Yapılışı

1. Civanın ışık spektrumunun iki mertebesinde beş renk görebilirsiniz. h/e aygıtını birinci mertebeden (en parlak mertebe) yalnızca bir renk, fotodiyot maskın açıklığına düşecek şekilde dikkatlice ayarlayın.
2. Birinci sıradaki her bir renk için dijital voltmetre ile durdurma potansiyelini ölçün ve aşağıdaki tabloya ölçülen değerleri kaydedin. Sarı ve yeşil spektral çizgileri ölçtüğünüz zaman h/e aygıtının yansıtıcı maskında sırasıyla sarı ve yeşil renkli filtreleri kullanın.
3. Aynı işlemleri ikinci mertebe çizgiler için tekrarlayın. Sonuçları Tablo 3'e kaydedin.

Tablo 3

Birinci mertebe Renkleri	Dalgaboyu (nm)	Frekans ($\times 10^{14}$ Hz)	Durdurma Potansiyeli (Volt)
Sarı	578	5.18672	
Yeşil	546.074	5.48996	
Mavi	435.835	6.87858	
Mor	404.656	7.40858	
Morötesi	365.483	8.20264	
İkinci Mertebe Renkleri	Dalgaboyu (nm)	Frekans ($\times 10^{14}$ Hz)	Durdurma Potansiyeli (Volt)
Sarı			
Yeşil			
Mavi	-	-	-
Mor	-	-	-
Morötesi	-	-	-

4.3.2 Verilerin Analizi:



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

1. Tablo 3' de verilen frekans değerlerini kullanarak frekansa karşı durdurma potansiyeli grafiğini çizin (frekans, yatay eksen).
2. (8.1) ve (8.2) eşitliklerini göz önüne alarak çizdiğiniz grafikten Planck sabiti ve iş fonksiyonu değerlerini elde ediniz.

Sorular

1. Fotoelektrik olayın klasik fizik ya da ışığın dalga kuramı ile açıklanamayan özellikleri nelerdir?
2. Işığın kuantum kuramı nedir ve bu kuram fotoelektrik olayın hangi özelliklerini açıklar?
3. Kesilme frekansı ya da kesilme dalga boyu nedir? Bu nicelikler ile iş fonksiyonu arasında nasıl bir ilişki vardır?
4. Fotoelektrik olayın pratik olarak kullanıldığı yerler nelerdir?
5. Molibdenin iş fonksiyonu 4.2 eV' dir. Fotoelektrik olay için kesilme dalga boyu ve kesilme frekansını bulunuz. Gelen ışığın dalga boyu 180 nm ise durdurma potansiyelini hesaplayınız.